

接触工アレーション法における基質濃度とアルカリ注入の影響

日本大学大学院 学生員 ○日野 聡
日本大学大学院 学生員 鈴木 則昭
日本大学工学部 正 員 中村 玄正

§1 はじめに

窒素塩はリン塩と共に富栄養化の要因であるが、さらに加えてアンモニア性窒素は水質汚濁の要因であり、また水生動物に対して毒性を示すと言われている。固着性生物膜法の一つである接触工アレーション法は、固着性生物膜法固有の長所を有し、さらに層層化や処理機能の多様性が期待出来るとされている。本研究は、接触工アレーション法における硝化過程の確立に対して、流入水の基質濃度とアルカリ度の補注が、どのように影響を及ぼすかを基礎的研究を行い、考察・検討を加えるものである。

§2 実験装置及び実験方法

実験装置の概略を図-1に示す。接触槽及び接触板は硬質塩化ビニルを用い、1槽当たり有効容量10.0ℓのものを5槽直列に配置し、これを4系列準備して、同時並列運転で比較実験を行った。流入水は、し尿消化脱離と水道水で構成し、マイクロチューブポンプにより、流量7ℓ/日として各系第1槽に注入し、水温は20±1℃となる様設定した。表-1に各系流入水の平均的性状を示す。アルカリ度の補注は、実験開始後175日目から、水質などの諸条件が安定していることを確認した後、 Na_2CO_3 を注入した。

§3 実験結果及び考察

図-2に各系におけるBODの槽内及び経日変化を3次元的に示した。図によりA系の流入水平均BOD濃度は20mg/ℓであり、第1～2槽で約90%のBOD除去が行われ、放流水で1～3mg/ℓ程度となっている。アルカリ度補注の影響は見られない。B、C系では、流入水平均BOD濃度はそれぞれ46mg/ℓ、126mg/ℓであり、これが第2～3槽までそれぞれ約92%、94%のBOD除去が行われ放流水で2～4mg/ℓ、3～10mg/ℓとなっている。B、C系共に一時的に不安定な時期が見られるが、これは、アルカリ補注時に過剰なアルカリの注入があるためで、pHの急激な上昇によるものと考えられる。流入水平均BOD濃度が239mg/ℓと大きいD系では、アルカリ補注前は第2～3槽で約85%の除去となっており放流水で約10mg/ℓとなっているが、アルカリ補注後はかなり不安定な時期が続き、放流水BOD濃度が40mg/ℓ前後となっている。かなりの影響が見られる。

図-3、4、5はそれぞれ NH_4^+-N 、 NO_3^--N 、アルカリ度、 NO_3^--N の槽内及び経日変化である。アルカリ補注前の NH_4^+-N の減少は、A、B、C系では第1～3槽まで急激に減少しており、D系ではA、B、C系とは対照的に第3槽まで徐々に減少する。これらは図-5のアルカリ度の減少と対応している。各系放流水

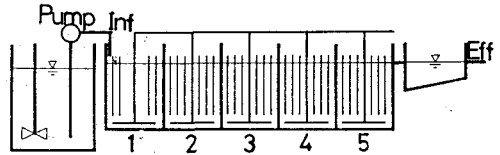


図-1 実験装置の概略

表-1 流入水の平均的性状

	A系	B系	C系	D系
希釈倍数	60	30	15	8
ALK. (mg/l)	184	392	824	1467
pH (—)	7.58	7.91	8.15	8.24
BOD (mg/l)	20.4	46.1	126	239
NH_4^+-N (mg/l)	50.4	106	216	403
PO_4^{3-} (mg/l)	13.4	23.1	49.7	84.8
S. S. (mg/l)	73	123	226	285

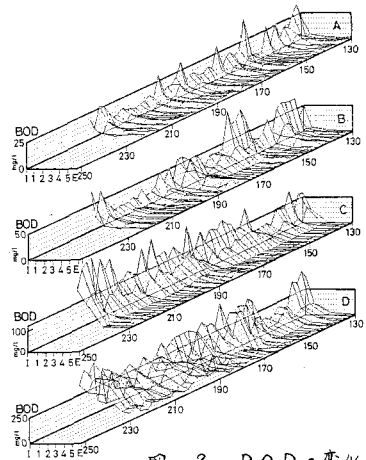


図-2 BODの変化

NH_4^+-N 濃度は20, 50, 100, 230 mg/l 程度残留している。これは NH_4^+-N の完全硝化に必要な流入水中アルカリ度に限界があるためである。

アルカリ補注後、 NH_4^+-N はA, B系で第1槽, C系で第2槽, D系で第3~4槽ではほぼ0 mg/l となっている。 NO_3^--N は, A, B系で殆んど蓄積されることなく逐次継続的に NO_3^--N に変化しているが, C, D系では NO_3^--N の蓄積が見られる。これは, 流入水中 NH_4^+-N の濃度が高いと, それに伴って

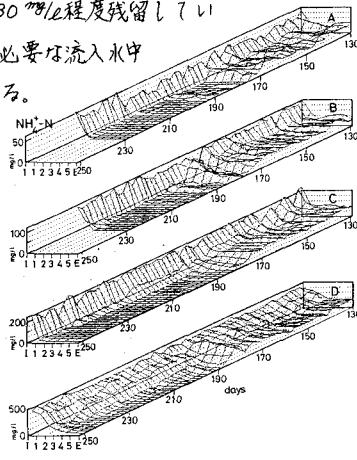


図-3 NH_4^+-N の変化

生成される NO_3^--N 濃度も高くなり, 硝酸生成のための更硝酸酸化細菌の活性が阻害されるためと考えられる。系内において硝化反応が1次逐次継続反応に従うならば NH_4^+-N $\xrightarrow{k_1}$ NO_2^--N $\xrightarrow{k_2}$ NO_3^--N より次式が成立する。

$$\frac{C_{\text{NH}_4^+-\text{N}}}{C_{\text{NH}_4^+-\text{N},0}} = \text{EXP}(-k_1 \cdot t) \quad \text{--- (1)}$$

$$\frac{C_{\text{NO}_2^--\text{N}}}{C_{\text{NH}_4^+-\text{N},0}} = \frac{1}{k_2 - k_1} \{ \text{EXP}(-k_1 t) - \text{EXP}(-k_2 t) \} \quad \text{(2)}$$

$$\frac{C_{\text{NO}_3^--\text{N}}}{C_{\text{NH}_4^+-\text{N},0}} = 1 + \frac{1}{k_2 - k_1} \left[k_2 \text{EXP}(-k_1 \cdot t) - k_1 \text{EXP}(-k_2 \cdot t) \right] \quad \text{--- (3)}$$

図-5 アルカリ度の変化

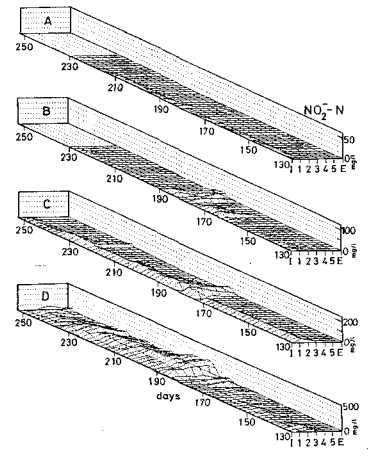


図-4 NO_3^--N の変化

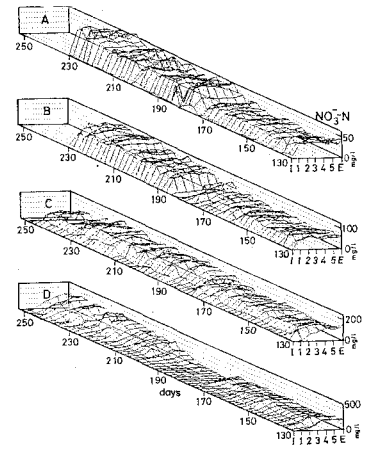


図-6 NO_3^--N の変化

図-7は各系ごとに(1)式より NH_4^+-N の変化から求めた反応速度係数 k_1 を経日変化として示してある。図より k_1 はアルカリ補注前は低い値で安定し, アルカリ補注後高い値を示す。又, 流入水基質濃度の低い系ほど k_1 は高い値を示し, 濃度の高いD系では, k_1 の変化は見られない。

§4. まとめ

- (1) B, D面積負荷 $10 \text{ g/m}^2\text{-日}$ 以下であれば, 80~95%の安定したBOD除去が可能である。
- (2) NH_4^+-N 面積負荷 $0.4 \sim 60 \text{ g/m}^2\text{-日}$ において, アルカリ度 α 補注がない場合50~70%の除去であるが, アルカリ度 α 補注により $15 \text{ g/m}^2\text{-日}$ 以下ではほぼ100%の除去が可能となる。
- (3) NH_4^+-N 酸化の第1段階反応速度係数 k_1 は, アルカリ α の補注により, 流入水中 NH_4^+-N 濃度が低い系ほど高い値をとるようになる。 k_1 の値は $0.3 \sim 1.5 \text{ 1/hr}$ と求められた。

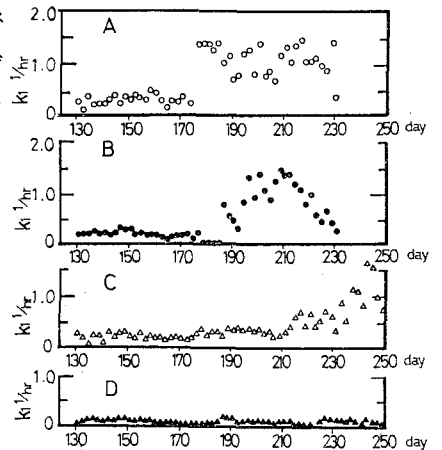


図-7 反応速度係数 k_1 の経日変化